

ность унимодальная, эту точку можно найти, исходя из необходимого условия существования экстремума. Взяв частные производные от полученного уравнения регрессии по каждому фактору $\frac{\partial \tilde{y}_j}{\partial x_i}$, приравняв их к нулю, решив образуемую систему дифференциальных уравнений:

$$\frac{\partial \tilde{y}_1}{\partial x_1} = 0; \frac{\partial \tilde{y}_1}{\partial x_2} = 0; \frac{\partial \tilde{y}_1}{\partial x_3} = 0; \frac{\partial \tilde{y}_1}{\partial x_4} = 0;$$

и выполнив соответствующие проверки, были найдены координаты оптимальных точек, обеспечивающие максимальную эффективность процесса утилизации жиров:

$$x_1 = 0.660; x_2 = -1.404; x_3 = -0.402; x_4 = 0.087$$

Значения координат оптимальных точек оказались расположенными внутри интервала $0 \leq |x_i| \leq 1$ ($0 \leq |x_2| \leq \alpha$), следовательно, при принятом уровне значимости полученные данные достоверны. Выбранный центр эксперимента находится достаточно близко от особой точки локальной области факторного пространства, что указывает на справедливость предположений к определению границ локальной области и центра эксперимента.

В результате получено, что оптимальными условиями утилизации жиров из подмыльного щелока является обработка щелока в электрофлотаторе в течение 15 минут при температуре 286 К, величине pH, равной 2,3 и плотности тока 345 A/m^2 .

Контрольная серия экспериментов подтвердила справедливость теоретических предположений и показала, что оптимальное соотношение параметров обеспечивает более эффективное извлечения жиров, чем исходное.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОСВЕТНОСТИ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ СОРБЕНТОВ

доц. М.П.КОВАЛЕВ, асп. А.Б.КОТЮКОВ, асп А.В.ЗУБОВ

Пермский государственный технический университет

Углеродные волокнистые сорбенты (УВС) являются новым и весьма перспективным видом угольных сорбентов, используемых для глубокой очистки воды и воздуха от растворенных органических соединений. УВС представляют собой нетканые материалы, которые сочетают в себе особенности графитового слоя, двумерную упорядоченность слоев (турбо-стратная структура) и волокнистое строение. Данные материалы имеют вид полотна шириной 30-60 см. и толщиной 2-4 мм., с диаметром углеродных волокон 15-30 мкм.[1]. Отечествен-

ной промышленностью выпускаются два вида УВС – карбонизованные и активированные нетканые материалы, которые отличаются условиями производства и имеют, соответственно, марки КНМ и АНМ. По сравнению с активированными углями, УВС обладают значительно большей скоростью и полнотой извлечения растворенных веществ, что объясняется их особой микроструктурой. Между тем, практическое использование УВС сдерживается малой изученностью их физико-химических и, в частности, гидравлических свойств.

Целью данной работы является исследование одной из основных гидравлических характеристик – просветности у материалов КНМ и АНМ при различной плотности их упаковки. Понятие просветности УВС соот-

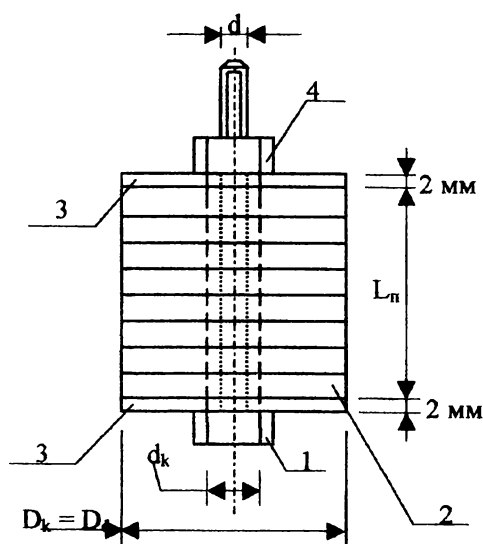


Рис.1. Патрон с каркасом.

ветствует понятию порозности зернистых сорбентов и численно выражает отношение объема сквозных пор материала, не включая внутренние поры в волокнах, ко всему объему материала.

Опыты производились в лаборатории кафедры ВК ПГТУ и имели следующее содержание. На стальной болт 1 диаметром $d=9,8\text{мм}$ (рис.1), с резьбой по всей длине, помещался материал 2, нарезанный в виде колец (патрон), между двумя стальными фланцами 3. Размеры колец материала: наружный диаметр $D_k=80,0\text{мм}$, внутренний диаметр $d_k=18,0\text{мм}$; размеры фланцев: наружный диаметр $D_f=80,0\text{мм}$, толщина 2мм. Гайка 4 предназначалась для сжатия материала с целью создания различной плотности его упаковки. Начальная длина патрона была равна $L_{п1}=60,0\text{мм}$, объем патрона $V_{м1}=286,2\text{см}^3$. Вес каркаса без материала $P_k=192,2\text{г}$, вес каркаса с сухим материалом: с КНМ $P=217,9\text{г}$, с АНМ $P=213,4\text{г}$. Вес сухого материала: КНМ – $P_M=25,7\text{г}$, АНМ – $P_M=21,2\text{г}$. Вычисленный объемный вес сухого материала: у КНМ $g_{кнм}=0,090\text{г/см}^3$, у АНМ $g_{анм}=0,074\text{г/см}^3$.

Эксперимент начинался с кипячения патрона с каркасом в воде в течение двух часов с целью полного извлечения воздуха из пор материала и заполнения их водой. После остывания до температуры 20°C патрон с каркасом извлекался из воды. Посредством гайки 4 производилось постепенное сжатие материала, по мере которого измерялась длина патрона L_p и вес каркаса с насыщенным водой материалом; определялась потеря веса патрона (вес отжатой воды) весовым и объемным способом.

Объем воды в материале вычислялся по формуле:

$$W = \frac{P' - P}{g_B} \quad (1)$$

где:

P' – вес каркаса с насыщенным водой материалом;

P – вес каркаса с сухим материалом;

g_B – плотность воды; при 20°C $g_B=0,998\text{г/см}^3$.

Объем материала, насыщенного водой, равен:

$$V'_M = W + V_{СК}$$

где: $V_{СК}$ – объем скелета материала (твердой фазы), который остается неизменным и равным:

$$V_{СК} = V_{M1} - W_1$$

где:

V_{M1} – объем патрона;

W_1 – объем воды в материале после кипячения, определенный по формуле (1).

В эксперименте у материала КНМ $V_{СК}=20,6\text{см}^3$, у АНМ $V_{СК}=10,0\text{см}^3$. Ранее определенная величина суммарного объема пор для данной партии материала КНМ составляет $V_{ПОР}=0,54\text{см}^3/\text{г}$, материала АНМ – $V_{ПОР}=0,64\text{см}^3/\text{г}$.

Объем "связанной" в порах воды определялся по формуле:

$$W_{СВ} = V_{ПОР} \times P_M$$

и составил: у КНМ $W_{СВ}=14,0\text{см}^3$, у АНМ $W_{СВ}=13,6\text{см}^3$.

Объем просвета (воды), не связанной в порах, но находящейся в материале, равен:

$$V_{ПР} = W - W_{СВ}$$

Просветность определялась по формуле:

$$\Pi = \frac{V_{ПР}}{V'_M}$$

Полученная зависимость просветности материалов от плотности

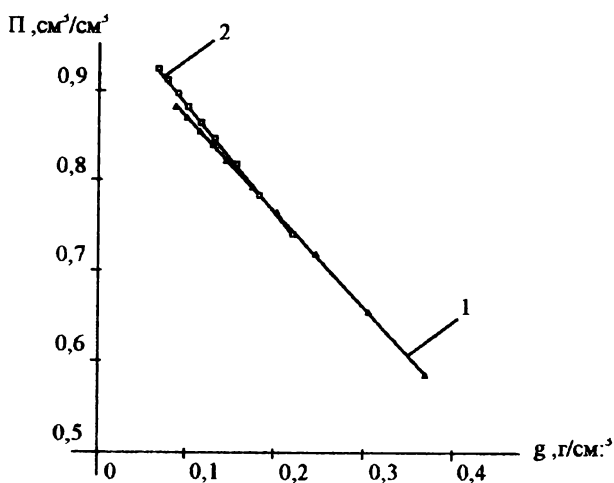


Рис.2. Зависимость просветности материалов КНМ и АНМ от плотности их упаковки. 1 – КНМ; 2 – АНМ.

упаковки представлена на рис.2, показано, что до значения плотности упаковки $g=0,17\text{г/см}^3$ величина просветности больше у материала АНМ, чем у КНМ; при значениях $g>0,17\text{г/см}^3$ просветность выше у материала КНМ. С увеличением плотности упаковки просветность материалов уменьшается. Зависимости $\Pi=f(g)$ носят линейный характер.

Из полученных опытных данных можно рассчитать истинную плотность твердой фазы материала, которая равна:

$$g_{\text{ист}} = \frac{P_M}{V_{\text{ск}}}$$

Подсчеты показывают, что у материала КНМ $g_{\text{ист}}=1,248\text{г/см}^3$, у АНМ $g_{\text{ист}}=2,120\text{г/см}^3$. Близость полученных значений $g_{\text{ист}}$ к плотности графита, которая составляет $1,9-2,0\text{г/см}^3$ [2], подтверждает углеродную структуру материала. Большее значение $g_{\text{ист}}$ у материала АНМ объясняется технологией изготовления материалов. Материал АНМ получают из материала КНМ путем активации последнего, в процессе которой сначала открываются замкнутые поры, затем выгорает аморфный углерод, и при больших степенях окисления могут выгорать и внутрикристаллические слои. С увеличением обгара все параметры микроструктуры возрастают, истинная плотность стремится к плотности графита.

Таким образом, в результате проведенного эксперимента получены зависимости просветности материалов КНМ и АНМ от плотности их упаковки. Установлено, что характер данных зависимостей близок к линейному. Значения просветности материалов в рассматриваемом интервале плотности их упаковки близки. Скорость уменьшения просветности с увеличением плотности упаковки выше у материала АНМ, чем у КНМ.

Библиографический список

1. Скрипченко Г.Б. Структура углеродных волокон. // Хим. волокна.-1991-№3-С.26-29.
2. Тарнопольская М.Г., Карпунин Н.Я. Очистка сточных вод адсорбцией (Учебное пособие). Под общей редакцией Двойнова А.Н.-М.:Химия,1983.-112с

НЕУСТАНОВИВШИЕСЯ ДВУХФАЗНЫЕ ТЕЧЕНИЯ В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ТРУБАХ

доц. В.А.ДОРОШЕНКО

Уральский государственный технический университет.

Необходимость исследования неустановившихся двухфазных течений, особенно газожидкостных, вызвана широким распространением их в различных промышленных установках. Гидравлические потери в трубопроводах зависят от структуры двухфазного потока [1] и с этой точки зрения наиболее существенным является переход пробочной структуры в расслоенную [2].

На экспериментальном стенде [3] при заданном давлении на входе P_0 в прозрачном рабочем участке трубопровода создавалась и поддерживалась пробочная структура течения. Затем расход воздуха Q увеличивался до наступления расслоенной структуры. В коротких каналах (до 50 диаметров) этот переход происходил скачкообразно и определялся визуально. После этого Q уменьшался до восстановления пробочной структуры. Опыты проводились при различном сопротивлении трубопровода, которое изменялось путем установки на выходе из канала специального дроссельного устройства.

Результаты опытов, представленные на рис. 1, свидетельствуют о том, что на изменение режима течения, в основном, влияют P_0 и коэффициент сопротивления дросселя $\zeta_{\text{др}}$. Точки прямого и обратного переходов не совпадают и существует некоторая «гистерезисная область», размеры которой также зависят от P_0 и $\zeta_{\text{др}}$.

Введем следующие характеристики «гистерезисной области»:

а) абсолютную высоту